

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2003288907
PUBLICATION DATE : 10-10-03

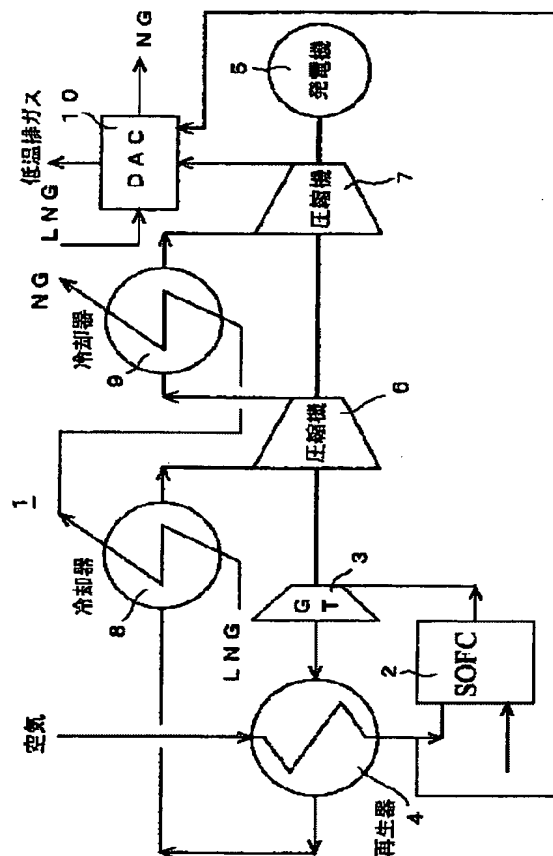
APPLICATION DATE : 27-03-02
APPLICATION NUMBER : 2002089733

APPLICANT : FUJII SHOICHI;

INVENTOR : HISAKADO YOSHINORI;

INT.CL. : H01M 8/00 H01M 8/12

TITLE : LNG HYBRID VAPORIZING POWER GENERATION DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To generate power by effectively utilizing exhaust heat of a normal pressure solid electrolyte fuel cell and LNG cold.

SOLUTION: Normal pressure high temperature exhaust gas is introduced from the normal pressure solid electrolyte fuel cell 2 into a gas turbine 3. Back pressure of the gas turbine 3 is kept in negative pressure with compressors 6, 7. Suction air of the compressors 6, 7 is cooled by utilizing cold of LNG in coolers 8, 9 to enhance efficiency. Since the exhaust gas becomes normal temperature and atmospheric pressure, the exhaust gas is cooled to -100°C and lower by utilizing the cold of the LNG in an air direct cooling device 10, and effectively utilized as cold.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-288907

(P2003-288907A)

(43)公開日 平成15年10月10日(2003.10.10)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テーマート* (参考)

H O 1 M 8/00
8/12

H O 1 M 8/00
8/12

Z 5H0 2 6

審査請求 未請求 請求項の数4 O.L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2002-89733(P2002-89733)

(22) 出願日 平成14年3月27日(2002.3.27)

(71)出願人 000000284

大阪瓦斯株式会社

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

(71)出願人 000000974

川崎重工業株式会社

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号

(71)出願人 593191280

藤井 昭一

東京都練馬区関町東 1-26-1

(74) 代理人 100075557

弁理士 西教 圭一郎

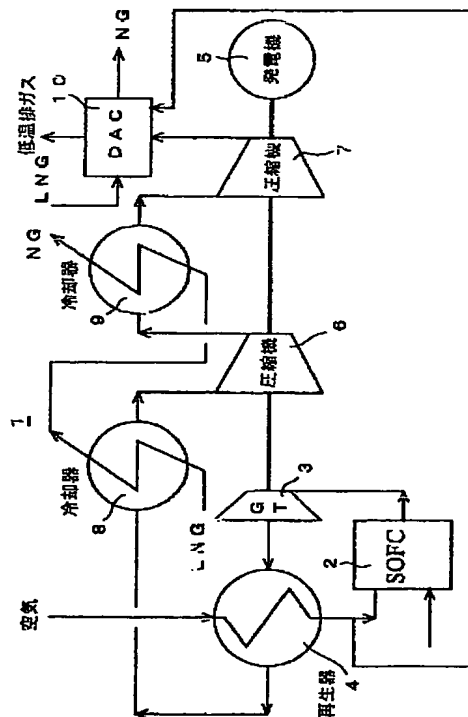
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 LNGハイブリッド気化発電装置

(57) 【要約】

【課題】 常圧型固体電解質燃料電池の排熱とLNG冷熱とを有効に利用して発電を行う。

【解決手段】 常圧型固体電解質燃料電池 2 から常圧高温の排ガスがガスタービン 3 に導入される。ガスタービン 3 の背圧は、圧縮機 6、7 で負圧に保たれる。圧縮機 6、7 の吸気は、冷却器 8、9 で、LNG の冷熱を利用して冷却し、効率を向上させる。排ガスは常温大気圧となるので、空気直接冷却装置 10 で LNG の冷熱を利用して、 -100°C 以下に冷却し、冷気として有効利用することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 常圧型固体電解質燃料電池と、
常圧型固体電解質燃料電池からの排ガスを動力源とし、
発電機を駆動するガスタービンと、
ガスタービンからの排ガスを冷却する第1の冷却器と、
第1の冷却器によって冷却される排ガスを圧縮する第1
の圧縮機と、
第1の圧縮機によって圧縮された排ガスを冷却する第2
の冷却器と、
第2の冷却器によって冷却される排ガスを圧縮する第2
の圧縮機とを含み、
第1および第2の冷却器を含む複数段の中間冷却に、L
NGを気化させる際に得られる冷熱を利用し、
第1および第2の圧縮機を含む複数段の圧縮でガスター
ビンの後流側を負圧に保ちながら排ガスを常温大気圧で
排出することを特徴とするLNGハイブリッド気化発電
装置。

【請求項2】 前記ガスタービンからの排ガスの温度を
検出する温度検出手段と、
温度検出手段が検出する排ガスの温度が、水蒸気のドレ
ン化を防止可能な予め定める温度まで冷却されるよう
に、前記中間冷却に冷熱を利用するLNGの導入量を制
御するLNG導入量制御手段とを、さらに含むことを特
徴とする請求項1記載のLNGハイブリッド気化発電装
置。

【請求項3】 前記常温大気圧となった排ガスを熱源と
して、LNGを常温まで気化昇温させるLNG気化手段
をさらに含むことを特徴とする請求項1または2記載の
LNGハイブリッド気化発電装置。

【請求項4】 前記LNG気化手段は、
前記排ガスが導かれて除湿を行う領域と、前記ガスター
ビンからの排ガスで加熱された空気が導かれて除湿能力
の再生を行う領域とを含む除湿ロータを備え、
除湿された排ガスでLNGの気化を行わせるとともに、
該排ガスを -100°C 以下に冷却して低温空気として利
用可能であることを特徴とする請求項3記載のLNGハ
イブリッド気化発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液化天然ガス（以
下、「LNG」と略称する）を燃料とする常圧型固体電
解質燃料電池（SOFC）で発電を行い、その排ガスと
LNGの冷熱とを利用してガスタービン駆動による発電
を行うLNGハイブリッド気化発電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、LNGが火力発電用の燃料や
都市ガスの原料として広く利用されている。LNGは、
大気圧で -159°C の低温液体であり、常温の気体の状
態で燃料や原料として利用する際には、冷熱が得られ
る。この冷熱を有効に利用して発電を行うLNG冷熱発

電設備も建設されているけれども、わが国では、火力発
電に高効率のガスタービンコンバインドサイクル（GT
CC）が採用されるようになった等の事情で、建設され
なくなっている。ガスタービンコンバインドサイクルで
は、ガスタービンの排熱で蒸気を発生させ、蒸気タービ
ンでも発電を行って効率を高めている。

【0003】LNGの冷熱を利用する発電方式として、
国際公開番号WO00/37785には、既存の高効率
ガスタービンコンバインドサイクルの蒸気タービンの代
りに、背圧を負圧とするガスタービンを用いて動力を発
生させる方式が開示されている。背圧が負圧のガスター
ビンからの排ガスは、冷却と圧縮機による圧縮とを複数
段にわたって繰返し、常温大気圧にする。冷却すること
によって、圧縮機吸込み排ガスの温度を下げ、圧縮動力
の低減を図っている。冷却の冷熱源としては、海水とと
もに、LNGを用いることも提案されている。この方式
は、ガスタービンの排熱を利用するブレイトンサイクル
に対して、圧縮機をガスタービンの排ガス側に使用する
ので、逆ブレイトンサイクルと考えることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】LNGを導入している
発電や都市ガス供給のエネルギー事業者にとって、冷熱の
大規模かつ経済的有効利用は、COP3（気候変動枠組
条約第3回締約会議：1997年12月開催の地球温暖
化防止京都会議）の合意目標達成においても、急務の課
題である。特に、現在、都市ガス種別の統一化に向け、
中小ガス事業者ではLNGの導入が進んでいる。しかし
ながら、LNGを取扱う基地では、輸送したLNGを燃
料にしてボイラーで温水を発生させ空温式LNG気化器
の霜取りや冬場の熱源に利用し、LNGの冷熱はほとん
ど活用されていない。また電力会社のLNG基地におい
ても、コンバインドサイクルの導入にともない、LNG
の冷熱利用はほとんど行なわれていない。

【0005】こうした現状を踏まえると、背圧が負圧の
ガスタービンを用いる方式によるLNG冷熱の利用の実
用化開発を急ぐ必要がある。ただし、次のような問題点
がある。

【0006】①背圧負圧タービンでは、同サイズのガス
タービンに比べ導入する高温ガスのエネルギー密度が $1/3$
以下となるため、ガスタービンの出力も $1/3$ 以下と
なり、また、後流側の圧縮機を中間冷却形式に改造する
必要があり開発にコストがかかる。特に、最新の 1500°C
級高効率コンバインドサイクルでは、ガスタービンの
圧力比が大きく、タービン出口排ガス温度は 600°C
以下である。そのため、 600°C 以下の常圧排ガスを逆
ブレイトンサイクルでエネルギー回収しても経済性に乏し
いのではないかと考えられる。

【0007】②中間冷却の排ガス温度を下げると、排ガ
ス中の水蒸気が凝縮するため途中で抜き出すシステムが
必要となる。これを省くために排ガス温度を上げると、

圧縮動力が増加し、発電効率が下がる。またLNGで中間冷却を行う前記国際公開後方のFIG18のシステムでは、LNGと最初に熱交換する伝熱管に着霜や着氷が付着し、伝熱阻害と排ガス側の圧力損失とが時間とともに増大し、安定した運転ができないおそれがある。

【0008】地球温暖化防止のために、二酸化炭素の排出を減らして発電を行うことができる燃料電池も注目されている。特に、常圧型固体電解質燃料電池(SOFC: Solid Oxide Fuel Cell)は、常圧高温820℃の排ガスが得られるので、逆ブレイトンサイクルと組合わせて、LNG冷熱の有効利用を図る可能性がある。

【0009】本発明の目的は、常圧型固体電解質燃料電池の排熱とLNG冷熱とを有効に利用して発電を行うことができるLNGハイブリッド気化発電装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、常圧型固体電解質燃料電池と、常圧型固体電解質燃料電池からの排ガスを動力源とし、発電機を駆動するガスタービンと、ガスタービンからの排ガスを冷却する第1の冷却器と、第1の冷却器によって冷却される排ガスを圧縮する第1の圧縮機と、第1の圧縮機によって圧縮された排ガスを冷却する第2の冷却器と、第2の冷却器によって冷却される排ガスを圧縮する第2の圧縮機とを含み、第1および第2の冷却器を含む複数段の中間冷却に、LNGを気化させる際に得られる冷熱を利用し、第1および第2の圧縮機を含む複数段の圧縮でガスタービンの後流側を負圧に保ちながら排ガスを常温大気圧で排出することと特徴とするLNGハイブリッド気化発電装置である。

【0011】本発明に従えば、常圧型固体電解質燃料電池からは、たとえば600℃程度の常圧高温の排ガスが得られる。第1の冷却器と第2の冷却器とを含む複数段の冷却では、LNGを気化させる際に得られる冷熱を利用し、ガスタービンからの排ガスを冷却する。各冷却器で冷却された排ガスは、第1の圧縮機と第2の圧縮機とを含む複数段の圧縮で順次圧縮し、ガスタービンの後流側を負圧に保ちながら排ガスを常温大気圧で排出する。ガスタービンの背圧が負圧に保たれるので、常圧型固体電解質燃料電池からの常圧高温の排ガスを動力源として運転し、発電機を駆動して発電を行うことができる。排ガスの熱は、LNGの気化に有効に利用することができる。LNGの冷熱は、圧縮機に吸入される排ガスの温度を低下させ、圧縮機駆動に必要な動力を削減して、発電効率を向上させるために、有効に利用することができる。背圧負圧のガスタービンは、常圧型固体電解質燃料電池と組合わせるハイブリッド化によって、LNGの気化プロセスに組み込むことで、システム全体として加圧型固体電解質燃料電池より高い発電効率が見込め、また冷却器などの熱交換器もコンパクトにすることができる。

【0012】また本発明は、前記ガスタービンからの排ガスの温度を検出する温度検出手段と、温度検出手段が検出する排ガスの温度が、水蒸気のドレン化を防止可能な予め定める温度まで冷却されるように、前記中間冷却に冷熱を利用するLNGの導入量を制御するLNG導入量制御手段とを、さらに含むことを特徴とする。

【0013】本発明に従えば、温度検出手段でガスタービンからの排ガスの温度を検出し、LNG導入量制御手段で中間冷却に冷熱を利用するLNGの導入量を制御して、排ガスの温度が水蒸気のドレン化を防止可能な予め定める温度まで冷却されるように制御する。ドレンが冷却器の伝熱管などに付着すると、LNGの低温で氷結し、着霜や着氷となって、伝熱阻害や排ガス側の圧力損失の増大を招いてしまう。LNG導入量の調整で、ドレン化を防止するので、着霜や着氷による伝熱阻害や排ガスの圧力損失の増大を防ぎ、効率よくLNG冷熱を利用することができる。

【0014】また本発明は、前記常温大気圧となった排ガスを熱源として、LNGを常温まで気化昇温させるLNG気化手段をさらに含むことを特徴とする。

【0015】本発明に従えば、常温大気圧となった排ガスは、安定した熱源として使用することができ、LNGを常温まで気化昇温させるために低温まで冷却する際に、直接熱交換を行っても、着霜や着氷を少なくする条件を安定に維持することができる。

【0016】また本発明で、前記LNG気化手段は、前記排ガスが導かれて除湿を行う領域と、前記ガスタービンからの排ガスで加熱された空気が導かれて除湿能力の再生を行う領域とを含む除湿ロータを備え、除湿された排ガスでLNGの気化を行わせるとともに、該排ガスを-100℃以下に冷却して低温空気として利用可能であることを特徴とする。

【0017】本発明に従えば、常温大気圧になる排ガスを熱源としてLNGを常温まで気化昇温させるLNG気化手段には、その排ガスが導かれて除湿を行う領域と、ガスタービンからの排ガスで加熱された空気が導かれて除湿能力の再生を行う領域とを含む除湿ロータを備える。除湿ロータでは、除湿を行う領域での除湿能力を、ガスタービンからの排ガスの熱で再生することができるので、除湿能力を保って、LNGを気化させる排ガスの露点を下げ、着霜や着氷が生じて成長しないようにすることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の一形態であるLNGハイブリッド気化発電装置1の概略的な構成を示す。LNGハイブリッド気化発電装置1では、常圧型固体電解質燃料電池2と、常圧型固体電解質燃料電池2からの排ガスを動力源とするガスタービン3と、再生器4と、発電機5と、圧縮機6、7と、冷却器8、9と、空気直接冷却装置(DAC: Direct Air Cooler)

10とを含む。ガスタービン3は、発電機5および圧縮機6、7を駆動する。第1の冷却器8は、ガスタービン3からの排ガスをLNGで冷却し、LNGを気化させる。第1の冷却器8によって冷却される排ガスは、第1の圧縮機6によって圧縮される。第2の冷却器9は、第1の圧縮機6によって圧縮された排ガスを冷却する。第2の圧縮機7は、第2の冷却器9によって冷却される排ガスを圧縮する。

【0019】圧縮機6、7および冷却器8、9は、それぞれ2段ずつ設けているけれども、さらに段数を多くすることもできる。第1および第2の冷却器8、9を含む複数段の中間冷却に、LNGを気化させる際に得られる冷熱を利用し、第1および第2の圧縮機6、7を含む複数段の圧縮でガスタービンの後流側を負圧に保ちながら排ガスを常温大気圧で排出する。

【0020】本実施形態で、常圧型固体電解質燃料電池2からは、たとえば820℃程度の常圧高温の排ガスが得られる。この排ガスの熱は、再生器4で常圧型固体電解質燃料電池2に供給する常温空気を550℃程度まで予熱するために利用される。第1の冷却器8と第2の冷却器9とを含む複数段の冷却では、LNGを気化させる際に得られる冷熱を利用し、ガスタービン3からの排ガスを冷却する。各冷却器8、9で冷却された排ガスは、第1の圧縮機6と第2の圧縮機7とを含む複数段の圧縮で順次圧縮し、ガスタービン3の後流側を負圧に保ちながら排ガスを常温大気圧で排出する。

【0021】ガスタービン3の背圧が負圧に保たれるので、常圧型固体電解質燃料電池2から再生器4を介して排出される常圧高温の排ガスを動力源として運転し、発電機5を駆動して発電を行うことができる。排ガスの熱は、LNGの気化に有効に利用することができるとともに、LNGの冷熱は、圧縮機6、7に吸入される排ガスの温度を低下させ、圧縮機6、7の駆動に必要な動力を削減して、発電効率を向上させるために、有効に利用することができる。背圧負圧のガスタービン3は、常圧型固体電解質燃料電池2と組み合わせるハイブリッド化によって、LNGの気化プロセスに組み込むことができ、システム全体として加圧型固体電解質燃料電池より高い発電効率が見込め、また冷却器などの熱交換器もコンパクトにすることができる。

【0022】LNGハイブリッド気化発電装置1では、常圧型固体電解質燃料電池2を出た常圧高温820℃の排熱を利用して、LNG冷熱により多段中間冷却(25℃)を行う圧縮機6、7で後流側を負圧の0.03 MPa (0.3ata)程度にしたガスタービン3を駆動して発電を行う。このガスタービン3を出た高温排ガス(600℃)は、常圧型固体電解質燃料電池2に供給される常温空気の予熱(550℃)と、LNGの気化に着氷・着霜することなく有効活用できる。実用化が見込まれている300 kW級常圧固体電解質燃料電池2に適用すると、

60%以上の発電効率と100%以上の総合熱効率とが見込める。

【0023】図2は、図1の空気直接冷却装置10の概略的な構成を示す。常温大気圧となった図1の排ガスは、予冷器11で5℃程度まで冷却される。排ガスに含まれる水蒸気は凝縮し、ドレンとして分離される。5℃程度に冷却された排ガスは、吸湿ロータ12の処理ゾーン21を通る間に乾燥する。吸湿ロータ12は、たとえば、活性シリカハニカムロータを使用し、処理対象の機体の露点を-30℃前後に下げることができる。処理ブロウ13で吸引される排ガスは、深冷器14でLNGと熱交換し、LNGを気化させるとともに、排ガスは-100℃以下まで冷却される。LNGが気化した天然ガス(以下、「NG」と略称する)は、予冷器11で常温付近まで昇温される。

【0024】吸湿ロータ12は、中心軸線12a周りに回転し、処理ゾーン21、再生ゾーン22および冷却ゾーン23に分けられる。処理ゾーン21では、吸湿を行う。再生ゾーン22では、140℃程度に過熱して、吸湿能力を再生させる。冷却ゾーン23では、再生のために高温になっている吸湿ロータ12の温度を下げる。再生のための熱源としては、図1のガスタービンの排ガスの有する熱を利用する。再生器4で予熱した高温空気の一部を分岐させて、吸湿ロータ12の再生ゾーン22に導き、再生ブロウ24で吸引して再生ゾーン22の再生を行わせる。

【0025】空気冷却温度を-100℃いかにしている理由は、低温粉砕を含めた各種の冷熱利用に対応するためである。また、中間冷媒などを用いないので、装置全体のコストダウンとコンパクト化とを図ることもできる。吸湿ロータ12を使用する空気直接冷却装置について、本件出願人は、特願2000-325909などで開示している。

【0026】図3は、図1のLNGハイブリッド気化発電装置1の動作を解析するための等価的な配管系統を示す。常圧型固体電解質燃料電池2は、バーナとして評価する。常圧型固体電解質燃料電池2からは、 8.782×10^6 kJのAC発電出力が得られる。ガスタービン3からは、 7.030×10^6 kJの軸出力が得られ、効率は85%である。第1の圧縮機6は、 2.111×10^6 kJの動力を必要とし、効率は80%である。第2の圧縮機7は、 1.344×10^6 kJの動力を必要とし、効率は80%である。ガスタービン3の出力から圧縮機6、7の動力を差し引いた出力で、図1の発電機5を駆動し、発電を行うことができる。

【0027】排ガスの温度に応じ、中間冷却ではLNGの導入量をLNG制御手段30などによって制御し、排ガス中の水蒸気のドレン化防止できる温度まで冷却する。常温大気圧となった排ガスを熱源としてLNGを常温まで気化させる。さらに再生器4から分岐させた高温

空気を除湿ロータ12の再生熱源に用いる。

【0028】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、常圧型固体電解質燃料電池からの常圧高温の排ガスで、背圧を負圧とするガスタービンを駆動して発電を行うことができる。ガスタービンからの排ガスは、複数段の冷却器と圧縮機とで、LNG冷熱を利用する冷却によって圧縮動力を低減しながら、常温大気圧にして排出することができる。背圧負圧のガスタービンは、常圧型固体電解質燃料電池と組み合わせるハイブリッド化によって、LNGの気化プロセスに組み込み、全体として高い発電効率が見込め、また冷却器などの熱交換器もコンパクトにすることができる。

【0029】また本発明によれば、LNG導入量の調整で、冷却器での排ガスのドレン化を防止するので、着霜や着氷による伝熱阻害や排ガスの圧力損失の増大を防ぎ、効率よくLNG冷熱を利用することができる。

【0030】また本発明によれば、常温大気圧となった排ガスをLNGを気化させる熱源として有効に使用することができる。

【0031】また本発明によれば、LNG気化手段には、除湿を行う除湿ロータが備えられ、排ガスが導かれて除湿を行う領域の除湿能力を、ガスタービンからの高温の排ガスの熱を利用して再生することができるので、LNGを気化させる排ガスの露点を下げ、着霜や着氷が生じても成長しないようにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態であるLNGハイブリッド気化発電装置1の概略的な構成を示す配管系統図である。

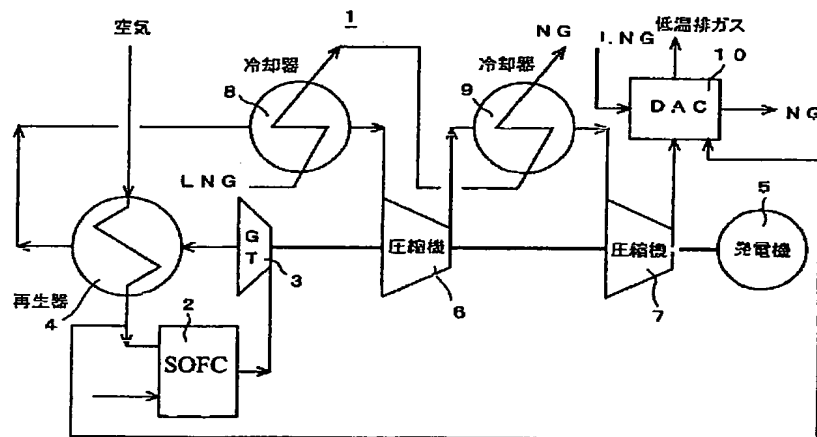
【図2】図1の空気直接冷却装置10の概略的な構成を示す配管系統図である。

【図3】図1のLNGハイブリッド気化発電装置1の動作を解析するための等価的な配管系統図である。

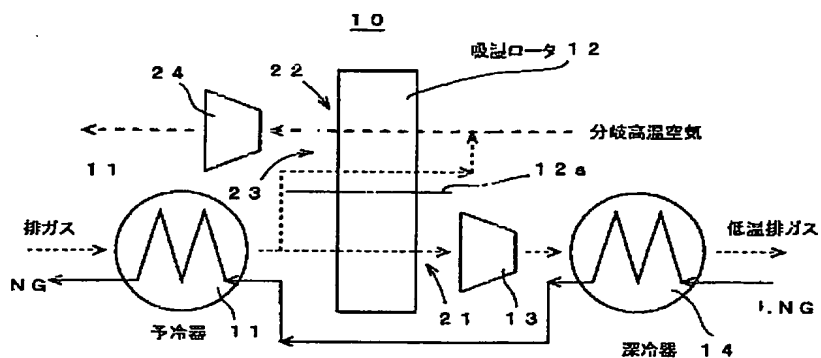
【符号の説明】

- 1 LNGハイブリッド気化発電装置
- 2 常圧型固体電解質燃料電池
- 3 ガスタービン
- 4 再生器
- 5 発電機
- 6, 7 圧縮機
- 8, 9 冷却器
- 10 空気直接冷却装置
- 11 予冷器
- 12 除湿ロータ
- 13 処理ブロワ
- 14 深冷器
- 21 処理ゾーン
- 22 再生ゾーン
- 23 冷却ゾーン
- 24 再生ブロワ

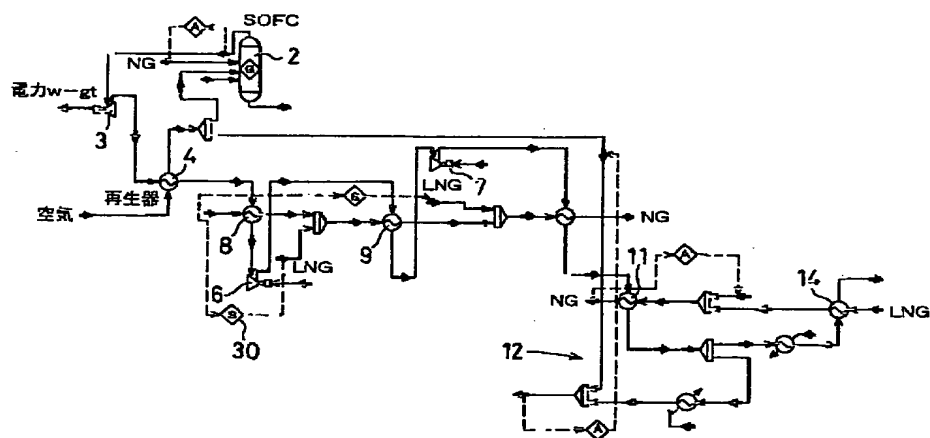
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 久角 喜徳
大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
大阪瓦斯株式会社内

Fターム(参考) 5H026 AA06

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-288907

(43)Date of publication of application : 10.10.2003

(51)Int.Cl.

H01M 8/00

H01M 8/12

(21)Application number : 2002-089733 (71)Applicant : OSAKA GAS CO LTD
KAWASAKI HEAVY IND LTD
FUJII SHOICHI

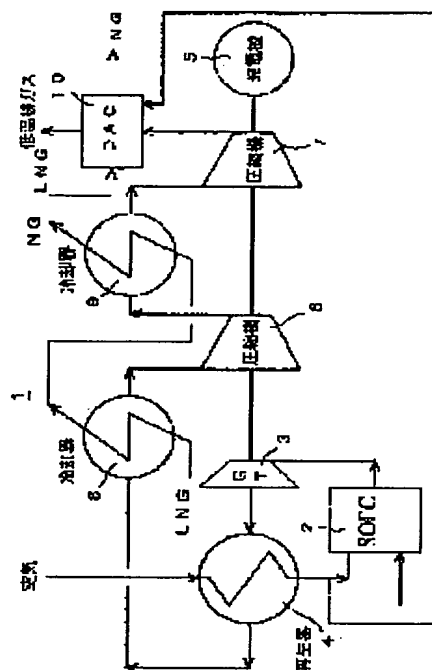
(22)Date of filing : 27.03.2002 (72)Inventor : HISAKADO YOSHINORI

(54) LNG HYBRID VAPORIZING POWER GENERATION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To generate power by effectively utilizing exhaust heat of a normal pressure solid electrolyte fuel cell and LNG cold.

SOLUTION: Normal pressure high temperature exhaust gas is introduced from the normal pressure solid electrolyte fuel cell 2 into a gas turbine 3. Back pressure of the gas turbine 3 is kept in negative pressure with compressors 6, 7. Suction air of the compressors 6, 7 is cooled by utilizing cold of LNG in coolers 8, 9 to enhance efficiency. Since the exhaust gas becomes normal temperature and atmospheric pressure, the exhaust gas is cooled to -100°C and lower by utilizing the cold of the LNG in an air direct cooling device 10, and effectively utilized as cold.



* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]Cold energy obtained when making two or more steps of intercooling characterized by comprising the following evaporate LNG is used, an LNG hybrid evaporation power plant discharging exhaust gas with ordinary temperature atmospheric pressure maintaining the slipstream side of a gas turbine at negative pressure by two or more steps of compression containing the 1st and 2nd compressors.

An ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell.

A gas turbine which makes exhaust gas from an ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell the source of power, and drives a dynamo.

The 1st condensator that cools exhaust gas from a gas turbine.

The 1st compressor that compresses exhaust gas cooled by the 1st condensator, the 2nd condensator that cools exhaust gas compressed by the 1st compressor, and the 2nd compressor that compresses exhaust gas cooled by the 2nd condensator are included, and they are the 1st and 2nd condensators.

[Claim 2]So that temperature of exhaust gas which a temperature detecting means which detects temperature of exhaust gas from said gas turbine, and a temperature detecting means detect may be cooled to temperature which can prevent drain-ization of a steam and which is defined beforehand, The LNG hybrid evaporation power plant according to claim 1 including further an LNG introduction amount control means which controls an introduction amount of LNG which uses cold energy for said intercooling.

[Claim 3]The LNG hybrid evaporation power plant according to claim 1 or 2 including further an LNG vaporization means to which evaporation temperature up of LNG is carried out to ordinary temperature by making exhaust gas used as said ordinary temperature atmospheric pressure into a heat source.

[Claim 4]The LNG hybrid evaporation power plant according to claim 3 which cools this exhaust gas at less than -100 **, and is characterized by being available as low temperature air while making LNG evaporate with exhaust gas characterized by comprising

the following which was provided with a dehumidifying rotor and dehumidified.

A field where said LNG vaporization means dehumidifies by drawing said exhaust gas.

A field which air heated with exhaust gas from said gas turbine is drawn, and reproduces dehumidification capacity.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention generates electricity with the ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell (SOFC) which uses liquefied natural gas (it is hereafter called "LNG" for short) as fuel, and relates to the LNG hybrid evaporation power plant which performs power generation by gas turbine drive using the exhaust gas and cold energy of LNG.

[0002]

[Description of the Prior Art]From the former, LNG is widely used as the fuel for thermal power generation, or a raw material of town gas. LNG is a -159 ** cryogenic liquid in atmospheric pressure.

Cold energy is obtained when using as fuel or a raw material in the state of the gas of ordinary temperature.

The LNG-cold-heat-power-generation equipment which generates electricity using this cold energy effectively is also built, however it is no longer built in our country under the situation of an efficient gas turbine combined cycle (GTCC) having come to be adopted as thermal power generation. In the gas turbine combined cycle, a steam is generated in exhaust heat of a gas turbine, it generates electricity also with a steam turbine, and efficiency is raised.

[0003]As a power generation method using the cold energy of LNG, the method which generates power using the gas turbine which makes back pressure negative pressure instead of the steam turbine of the existing efficient gas turbine combined cycle international publication number WO00/37785 is indicated. Back pressure makes compression according [the exhaust gas from the gas turbine of negative pressure] to cooling and a compressor ordinary temperature atmospheric pressure repeatedly over two or more steps. By cooling, the temperature of compressor sink exhaust gas is lowered and reduction of compression power is aimed at. Using LNG with sea water is also proposed as a heat sink of cooling. Since this method uses a compressor for the exhaust gas side of a gas turbine to the Brayton cycle using exhaust heat of a gas turbine, it can be considered to

be a reverse Brayton cycle.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]For the energy entrepreneur of the power generation and town gas supply which have introduced LNG, the large-scale of cold energy and economical effective use are urgent technical problems also in the agreement goal achievement of COP3 (the 3rd time of Framework Convention on Climate Change conclusion meeting: Third Conference of Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change of December, 1997 holding). In particular, by minor gas utilities, introduction of LNG is progressing towards unification of town gas classification now. However, on the base which deals with LNG, conveyed LNG is used as fuel, warm water is generated by a boiler, it uses for the defroster of an air heating type LNG vaporizer, or the heat source of a winter season, and most cold energy of LNG is not utilized. In the LNG terminal of an electric power company, most cold energy use of LNG is not performed with introduction of a combined cycle.

[0005]If based on such the actual condition, back pressure needs to hurry utilization development of use of the LNG cold energy by the method using the gas turbine of negative pressure. However, there are the following problems.

[0006]** in a back pressure negative pressure turbine, since the energy density of the high temperature gas introduced compared with the gas turbine of the same size becomes $1/3$ or less, the output of a gas turbine also needs to become $1/3$ or less, and it is necessary to convert the compressor by the side of a slipstream into intercooling form, and cost starts development. In the especially newest 1500 ** class efficient combined cycle, the pressure ratio of a gas turbine is large and turbine exit emission temperature is 600 ** or less. Therefore, even if it carries out the energy recovery of the ordinary pressure exhaust gas 600 ** or less by a reverse Brayton cycle, to be scarce one is considered by economical efficiency.

[0007]** When the emission temperature of intercooling is lowered, in order that the steam in exhaust gas may condense, the system extracted by the middle is needed. If emission temperature is raised in order to exclude this, compression power will increase and generation efficiency will fall. In the system of FIG18 of said international publication back which performs intercooling by LNG, frost and ice coating adhere to the heat exchanger tube which carries out heat exchange to LNG at the beginning, and there is a possibility that heat transfer inhibition and the pressure loss by the side of exhaust gas may increase with time, and stable operation cannot be performed.

[0008]The fuel cell which can generate electricity by reducing emission of carbon dioxide for global warming prevention also attracts attention. Since the exhaust gas of 820 ** of ordinary pressure elevated temperatures is obtained, especially an ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell (SOFC:Solid Oxide Fuel Cell) may aim at effective use of LNG cold energy combining a reverse Brayton cycle.

[0009]The purpose of this invention is to provide the LNG hybrid evaporation power plant

which can generate electricity using effectively exhaust heat and LNG cold energy of an ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell.

[0010]

[Means for Solving the Problem]A gas turbine which this invention makes exhaust gas from an ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell and an ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell the source of power, and drives a dynamo, The 1st condensator that cools exhaust gas from a gas turbine, and the 1st compressor that compresses exhaust gas cooled by the 1st condensator, The 2nd condensator that cools exhaust gas compressed by the 1st compressor, The 2nd compressor that compresses exhaust gas cooled by the 2nd condensator is included, Cold energy obtained when making two or more steps of intercooling containing the 1st and 2nd condensators evaporate LNG is used, it is an LNG hybrid evaporation power plant discharging exhaust gas with ordinary temperature atmospheric pressure, maintaining the slipstream side of a gas turbine at negative pressure by two or more steps of compression containing the 1st and 2nd compressors.

[0011]If this invention is followed, the about 600 °C exhaust gas of an ordinary pressure elevated temperature will be obtained from an ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell, for example. In two or more steps of cooling containing the 1st condensator and 2nd condensator, cold energy obtained when making LNG evaporate is used, and exhaust gas from a gas turbine is cooled. exhaust gas cooled with each condensator is compressed one by one by two or more steps of compression containing the 1st compressor and 2nd compressor, and it discharges exhaust gas with ordinary temperature atmospheric pressure, maintaining the slipstream side of a gas turbine at negative pressure. Since back pressure of a gas turbine is maintained at negative pressure, exhaust gas of an ordinary pressure elevated temperature from an ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell can be operated as the source of power, and it can generate electricity by driving a dynamo. Heat of exhaust gas can be used effective in evaporation of LNG. Cold energy of LNG can be effectively used, in order to reduce temperature of exhaust gas inhaled by compressor, to reduce power required for a compressor drive and to raise generation efficiency. By hybridization combined with an ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell, by including in an evaporation process of LNG, the gas turbine of back pressure negative pressure can expect generation efficiency higher than a pressurization mold solid electrolyte fuel cell as the whole system, and can also make heat exchangers, such as a condensator, compact.

[0012]This invention so that temperature of exhaust gas which a temperature detecting means which detects temperature of exhaust gas from said gas turbine, and a temperature detecting means detect may be cooled to temperature which can prevent drain-ization of a steam and which is defined beforehand, An LNG introduction amount control means which controls an introduction amount of LNG which uses cold energy for said intercooling is included further.

[0013]If this invention is followed, temperature of exhaust gas from a gas turbine will be

detected by a temperature detecting means, and an introduction amount of LNG which uses cold energy for intercooling by an LNG introduction amount control means will be controlled, and it will control so that temperature of exhaust gas is cooled to temperature which can prevent drain-ization of a steam and which is defined beforehand. If a drain adheres to a heat exchanger tube of a condensator, etc., it will freeze over at low temperature of LNG, it will be frost and ice coating, and heat transfer inhibition and increase of pressure loss by the side of exhaust gas will be caused. By adjustment of an LNG introduction amount, since drain-ization is prevented, frost, heat transfer inhibition by ice coating, and increase of pressure loss of exhaust gas can be prevented, and LNG cold energy can be used efficiently.

[0014]This invention includes further an LNG vaporization means to which evaporation temperature up of LNG is carried out to ordinary temperature by making exhaust gas used as said ordinary temperature atmospheric pressure into a heat source.

[0015]If this invention is followed, exhaust gas used as ordinary temperature atmospheric pressure can be used as a stable heat source, and in order to carry out evaporation temperature up of LNG to ordinary temperature, when cooling to low temperature, even if it performs heat exchange directly, conditions which lessen frost and ice coating are stably maintainable.

[0016]A field where said LNG vaporization means dehumidifies by drawing said exhaust gas by this invention, While having a dehumidifying rotor including a field which air heated with exhaust gas from said gas turbine is drawn, and reproduces dehumidification capacity and making LNG evaporate with dehumidified exhaust gas, this exhaust gas is cooled at less than -100 **, and it is characterized by being available as low temperature air.

[0017]An LNG vaporization means to which evaporation temperature up of LNG will be carried out to ordinary temperature by making into a heat source exhaust gas which becomes ordinary temperature atmospheric pressure if this invention is followed is equipped with a dehumidifying rotor including a field which dehumidifies by drawing the exhaust gas, and a field which air heated with exhaust gas from a gas turbine is drawn, and reproduces dehumidification capacity. Dehumidification capacity is maintained and the dew point of exhaust gas which makes LNG evaporate is lowered, and even if frost and ice coating arise, it can avoid growing up in a dehumidifying rotor, since dehumidification capacity in a field which dehumidifies is renewable with heat of exhaust gas from a gas turbine.

[0018]

[Embodiment of the Invention]Drawing 1 shows the rough composition of the LNG hybrid evaporation power plant 1 which is one gestalt of operation of this invention. In the LNG hybrid evaporation power plant 1, the ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell 2, The gas turbine 3 which makes the exhaust gas from the ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell 2 the source of power, the regenerator 4, the dynamo 5, the compressors 6 and 7, the condensators 8 and 9, and the air direct cooling system

(DAC:Direct Air Cooler) 10 are included. The gas turbine 3 drives the dynamo 5 and the compressors 6 and 7. The 1st condensator 8 cools the exhaust gas from the gas turbine 3 by LNG, and makes LNG evaporate. The exhaust gas cooled by the 1st condensator 8 is compressed by the 1st compressor 6. The 2nd condensator 9 cools the exhaust gas compressed by the 1st compressor 6. The 2nd compressor 7 compresses the exhaust gas cooled by the 2nd condensator 9.

[0019]It has formed two steps at a time the compressors 6 and 7 and the condensators 8 and 9, however they can also increase a number of stages further, respectively. the cold energy obtained when making two or more steps of intercooling containing the 1st and 2nd condensators 8 and 9 evaporate LNG is used, and exhaust gas is discharged with ordinary temperature atmospheric pressure, maintaining the slipstream side of a gas turbine at negative pressure by two or more steps of compression containing the 1st and 2nd compressors 6 and 7.

[0020]By this embodiment, the about 820 ** exhaust gas of an ordinary pressure elevated temperature is obtained from the ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell 2, for example. The heat of this exhaust gas is used in order to preheat the room temperature air supplied to the ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell 2 with the regenerator 4 to about 550 **. In two or more steps of cooling containing the 1st condensator 8 and 2nd condensator 9, the cold energy obtained when making LNG evaporate is used, and the exhaust gas from the gas turbine 3 is cooled. the exhaust gas cooled with each condensators 8 and 9 is compressed one by one by two or more steps of compression containing the 1st compressor 6 and 2nd compressor 7, and it discharges exhaust gas with ordinary temperature atmospheric pressure, maintaining the slipstream side of the gas turbine 3 at negative pressure.

[0021]Since the back pressure of the gas turbine 3 is maintained at negative pressure, the exhaust gas of an ordinary pressure elevated temperature discharged via the regenerator 4 from the ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell 2 can be operated as the source of power, and it can generate electricity by driving the dynamo 5. While being able to use the heat of exhaust gas effective in evaporation of LNG, in order that the cold energy of LNG may reduce the temperature of the exhaust gas inhaled by the compressors 6 and 7, may reduce power required for the drive of the compressors 6 and 7 and may raise generation efficiency, it can use effectively. The gas turbine 3 of back pressure negative pressure by hybridization combined with the ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell 2. It can include in the evaporation process of LNG, and the generation efficiency higher than a pressurization mold solid electrolyte fuel cell as the whole system can be expected, and heat exchangers, such as a condensator, can also be made compact.

[0022]In the LNG hybrid evaporation power plant 1, exhaust heat of 820 ** of ordinary pressure elevated temperatures which came out of the ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell 2 is used, it generates electricity by driving the gas turbine 3 which made the slipstream side the 0.03MPa (0.3ata) grade of negative pressure with the

compressors 6 and 7 which perform multi stage intercooling (25 **) by LNG cold energy. The high temperature exhaust gas (600 **) which came out of this gas turbine 3 can be used effectively for preheating (550 **) of the room temperature air supplied to the ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell 2, and evaporation of LNG, without forming a coating of ice and frosting. If it applies to the 300kW class ordinary pressure solid electrolyte fuel cell 2 with which utilization is expected, the generation efficiency of not less than 60% and the total thermal efficiency of not less than 100% can be expected.

[0023]Drawing 2 shows the rough composition of the air direct cooling system 10 of drawing 1. The exhaust gas of drawing 1 used as ordinary temperature atmospheric pressure is cooled to about 5 ** with the precooler 11. The steam contained in exhaust gas is condensed and is separated as a drain. The exhaust gas cooled by about 5 ** is dried while passing along the treatment zone 21 of the moisture absorption rotor 12. An active silica honeycomb rotor can be used for the moisture absorption rotor 12, and it can lower the dew point of the body of a processing object to -30 ** order, for example. While carrying out heat exchange of the exhaust gas attracted by the processing blower 13 to LNG by the chiller 14 and making LNG evaporate, exhaust gas is cooled to less than -100 **. Temperature up of the natural gas (it is hereafter called "NG" for short) which LNG evaporated is carried out to near ordinary temperature with the precooler 11.

[0024]It rotates to the circumference of the axis line 12a, and the moisture absorption rotor 12 is divided into the treatment zone 21, the regenerating zone 22, and the cooling zone 23. It absorbs moisture in the treatment zone 21. In the regenerating zone 22, it overheats at about 140 ** and hygroscopicity power is reproduced. In the cooling zone 23, the temperature of the moisture absorption rotor 12 which is an elevated temperature for reproduction is lowered. As a heat source for reproduction, the heat which the exhaust gas of the gas turbine of drawing 1 has is used. A part of high temperature air preheated with the regenerator 4 is branched, and it leads to the regenerating zone 22 of the moisture absorption rotor 12, it draws in by the reproduction blower 24, and the regenerating zone 22 is reproduced.

[0025]air-quenching temperature -the reason in which 100 ** is how is because corresponding to various kinds of cold energy use including low temperature grinding. Since a middle refrigerant etc. are not used, a cost cut and miniaturization of the whole device can also be attained. About the air direct cooling system which uses the moisture absorption rotor 12, this applicant is indicating by the application for patent 2000-325909 etc.

[0026]Drawing 3 shows the equivalent piping system for analyzing operation of the LNG hybrid evaporation power plant 1 of drawing 1. The ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell 2 is evaluated as a burner. AC generation output of 8.782×10^6 kJ is obtained from the ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell 2. The brake horsepower of 7.030×10^6 kJ is obtained from the gas turbine 3, and efficiency is 85%. The 1st compressor 6 needs

the power of 2.111×10^6 kJ, and efficiency is 80%. The 2nd compressor 7 needs the power of 1.344×10^6 kJ, and efficiency is 80%. It can generate electricity by driving the dynamo 5 of drawing 1 with the output which deducted the power of the compressors 6 and 7 from the output of the gas turbine 3.

[0027]According to the temperature of exhaust gas, with intercooling, the introduction amount of LNG is controlled by the LNG control means 30 etc., and it cools to the temperature which the steam in exhaust gas can drain--ization-prevent. LNG is made to evaporate to ordinary temperature by making the exhaust gas used as ordinary temperature atmospheric pressure into a heat source. The high temperature air furthermore branched from the regenerator 4 is used for the reproduction heat source of the dehumidifying rotor 12.

[0028]

[Effect of the Invention]According to this invention, it can generate electricity as mentioned above by driving the gas turbine which makes back pressure negative pressure with the exhaust gas of an ordinary pressure elevated temperature from an ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell. The exhaust gas from a gas turbine is with two or more steps of condensators, and a compressor, and reducing compression power by cooling using LNG cold energy, it can be made ordinary temperature atmospheric pressure and it can be discharged. By hybridization combined with an ordinary pressure type solid electrolyte fuel cell, the gas turbine of back pressure negative pressure can be included in the evaporation process of LNG, and can expect generation efficiency high as a whole, and can also make heat exchangers, such as a condensator, compact.

[0029]According to this invention, by adjustment of an LNG introduction amount, since drain-ization of the exhaust gas in a condensator is prevented, frost, the heat transfer inhibition by ice coating, and increase of the pressure loss of exhaust gas can be prevented, and LNG cold energy can be used efficiently.

[0030]According to this invention, the exhaust gas used as ordinary temperature atmospheric pressure can be effectively used as a heat source which makes LNG evaporate.

[0031]According to this invention, since it is renewable using the heat of the hot exhaust gas of a gas turbine, the dehumidification capacity of the field which an LNG vaporization means is equipped with the dehumidifying rotor which dehumidifies, and dehumidifies by drawing exhaust gas, The dew point of the exhaust gas which makes LNG evaporate is lowered, and even if frost and ice coating arise, it can avoid growing up.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a piping distribution diagram showing the rough composition of the LNG hybrid evaporation power plant 1 which is one gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2]It is a piping distribution diagram showing the rough composition of the air direct cooling system 10 of drawing 1.

[Drawing 3]It is an equivalent piping distribution diagram for analyzing operation of the LNG hybrid evaporation power plant 1 of drawing 1.

[Description of Notations]

- 1 LNG hybrid evaporation power plant
- 2 Ordinary pressure type individual electrolyte fuel cell
- 3 Gas turbine
- 4 Regenerator
- 5 Dynamo
- 6 and 7 Compressor
- 8 and 9 Condensator
- 10 Air direct cooling system
- 11 Precooler
- 12 Dehumidifying rotor
- 13 Processing blower
- 14 Chiller
- 21 Treatment zone
- 22 Regenerating zone
- 23 Cooling zone
- 24 Reproduction blower

[Translation done.]

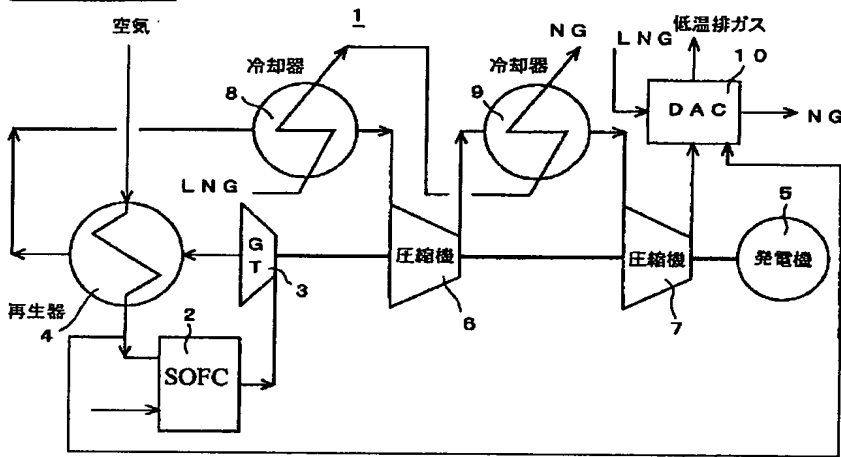
*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

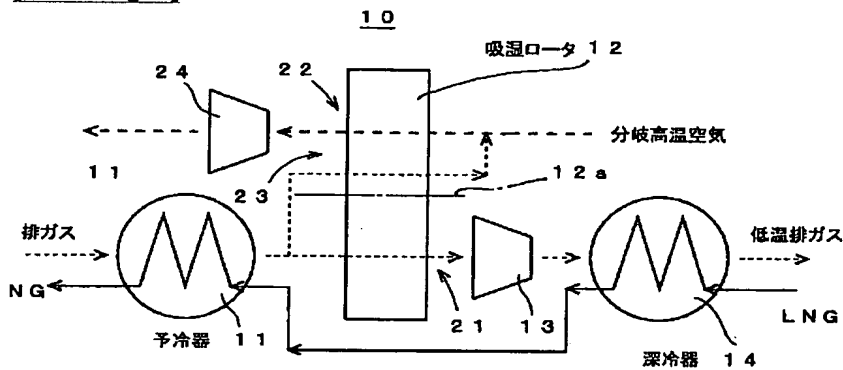
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

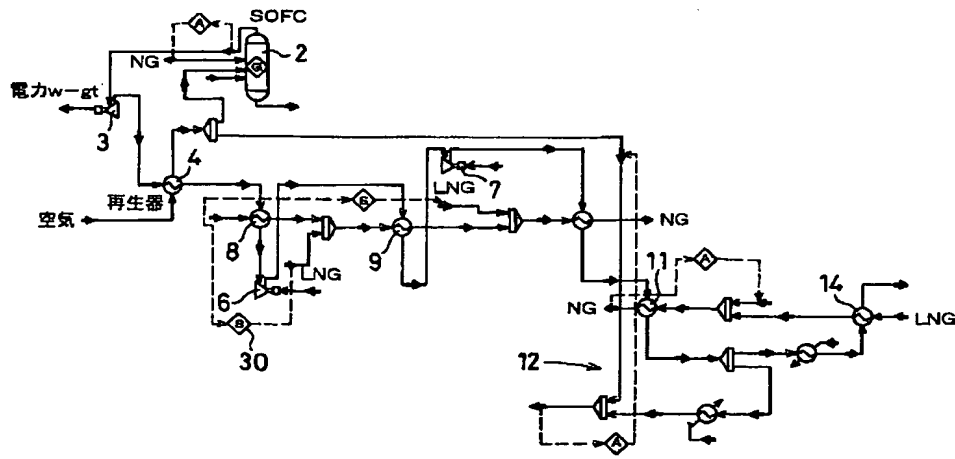
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Translation done.]